

# スギ・ヒノキ人工林における A<sub>0</sub> 層の深さに影響する要因

## Factors affecting the depth of A<sub>0</sub> layer in *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* plantations

米村敬太<sup>†</sup>, 四俣正俊<sup>††</sup>

Keita YONEMURA, Masatoshi SHIDAWARA

**Abstract** Factors affecting the depth of A<sub>0</sub> layer which is considered to play the important role in easing the flood runoff from mountainous area are studied in *Cryptomeria japonica* plantations (CJP) and *Chamaecyparis obtusa* plantations (COP) in the Yahagi River basin. The ignition loss is used to determine the depth of A<sub>0</sub> layer. Following tendencies are inferred: 1) A<sub>0</sub> layer depth decreases with the increase of the inclination of the ground in CJP except the ridges and the places covered with bamboo grass. 2) Large relative spacing results large A<sub>0</sub> layer depth and vice versa in CJP and COP. 3) There seems to be a threshold of tree density over which the depth of A<sub>0</sub> layer decreases remarkably in CJP and COP respectively. 4) COP with long and slender trees have small A<sub>0</sub> layer depth.

### 1. はじめに

近年は材価の低迷により、間伐が行われず放置されている人工林が増加している。このような人工林では、樹冠が林全体を覆い、太陽の光が林床まで届かなくなる。そのため下草が減少し、降雨時に雨滴が直接土壌に当たってしまう<sup>1)</sup>。これにより、土壌侵食が起こり、雨水が土壌表面を流れ、洪水が発生しやすくなると言われている<sup>2)</sup>。

A<sub>0</sub> 層(有機物層)の被覆率が高い人工林では、土壌侵食が減少することが知られている<sup>3)</sup>。矢作川森の健康診断結果では、樹木の密度(本/ha, ヘクタールあたりの本数)が高くなると下草の被覆率と種数が下がり<sup>4)</sup>、それに伴って落葉層と腐植層の被覆率も下がる結果が得られている<sup>4)</sup>。また、茨城県の加波山、筑波山の人工林で A<sub>0</sub> 層被覆率を調査した結果では、傾斜角が急になるほど、A<sub>0</sub> 層被覆率が低下し<sup>5)</sup>、下草の被覆率が上がると A<sub>0</sub> 層被覆率が高くなる結果が得られている<sup>5)</sup>。しかし、2010 年の本研究室の卒業研究で矢作川森の健康診断結果<sup>6)</sup>を使用し、人工林の混み具合と腐植層厚との関係を調べたが、明確な関係は見られなかった(図 1)<sup>7)</sup>。また、傾斜角と腐植層厚の関係もはっきりしなかった(図 2)<sup>7)</sup>。

本研究では A<sub>0</sub> 層の深さと傾斜角や相対幹距などとの関係を求め、A<sub>0</sub> 層の深さに影響する要因を明らかにすることを目的とする。

### 2. A<sub>0</sub> 層(有機物層)

森林土壌は、林床表面から地中に向かって L, A<sub>0</sub>, A, B, C 層に分けられる(図 3)<sup>8)</sup>。林床から O, A, B, C 層に分ける場合もある<sup>9)</sup>。本研究では最初の層分けを用い、L 層(落葉層)を除き A<sub>0</sub> 層(有機物層)の深さを強熱減量により判定した。矢作川森の健康診断では、図 3 に示した土壌層位の L 層と H 層(腐植層)の被覆率の調査を行っている。

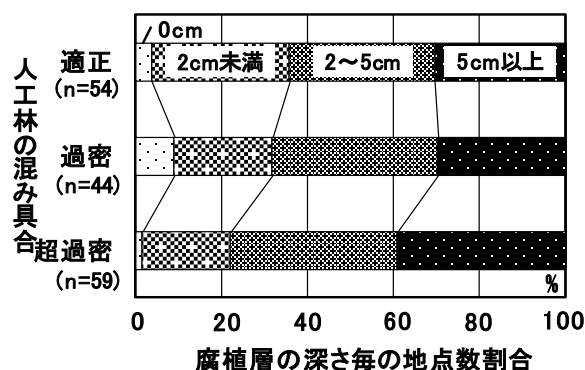


図 1 人工林の混み具合と腐植層の深さとの関係

<sup>†</sup> 愛知工業大学大学院 建設システム工学専攻(豊田市)

<sup>††</sup> 愛知工業大学 工学部 都市環境学科 (豊田市)

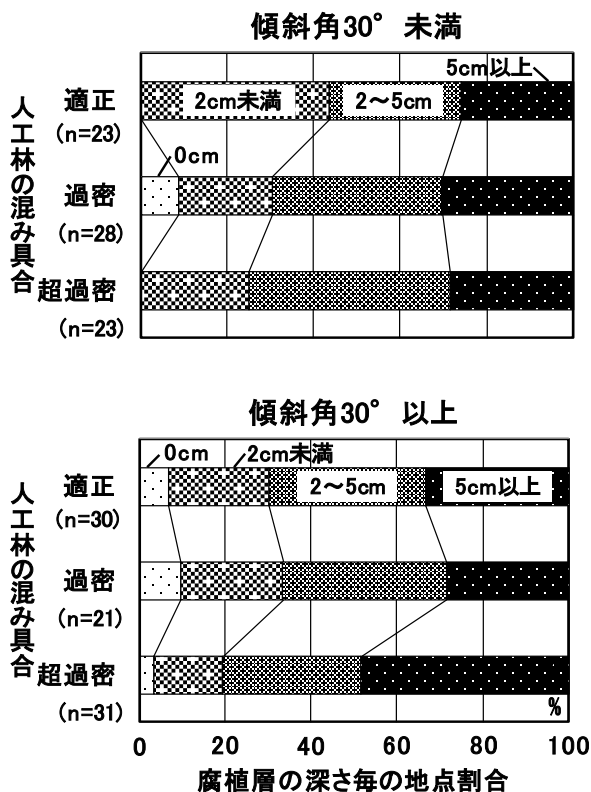


図2 人工林の混み具合と腐植層の深さとの関係  
(傾斜角毎)

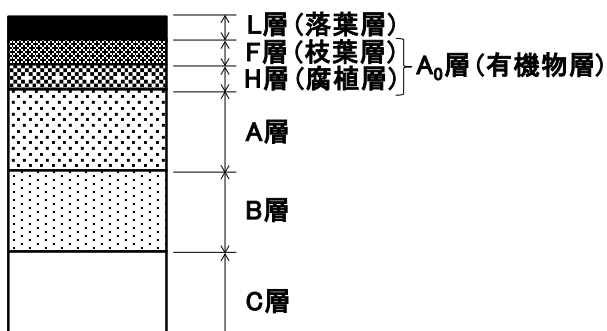


図3 森林内の土壌層位

A<sub>0</sub>層(有機物層)は、落葉が土壤動物や微生物によって分解された有機物層であり、F、H層の2層に分けられる<sup>8)</sup>。F層は、細かいが組織的にはその由来がわかる層、H層は、落葉の形が残っていない層である。A<sub>0</sub>層の上にはL層(落葉層)がある。L層は落葉の原型が完全に残っている層である。

A<sub>0</sub>層があることにより、保水性・透水性などが高まり、土壌の侵食が減少し<sup>3)</sup>、洪水が発生しにくくなると言われている<sup>10)</sup>。

### 3. 矢作川森の健康診断

矢作川森の健康診断は、矢作川流域の人工林の何%が手入れ不足かを科学的に調べ、間伐をする際の基礎資料を作るために始められた。矢作川森の健康診断では主に植生調査・人工林の混み具合調査を行っている。調査項目の一部を以下に示す。

#### (1) 植生調査

- ・山林の傾斜角・斜面の方位を調べる。
- ・落葉層の被覆率を判定する。(ない・まだら・ある)
- ・腐植層の被覆率を判定する。  
(ない・まだら・2cm未満・2~5cm・5cm以上)

#### (2) 人工林の混み具合調査

- ・樹木の直径(cm)、樹高(m)、密度(本/ha)を調べる。
- ・林分形状比=樹高/直径を算出する。  
(樹木の健全度を示す指標である。80未満が健全で80以上になると風や雪に対する抵抗力が弱くなる。)
- ・相対幹距(%)=(樹間距離/樹高)×100を算出する。  
(人工林の混み具合を示す指標である。14%以下で超過密・14~17%で過密・17~20%で適正と診断される。この値から間伐する本数を決める。)

2006~2008年の矢作川森の健康診断結果から、本研究で調査対象とした45地点分の林分形状比、密度(本/ha)、相対幹距(%)の値を使用し、強熱減量により判定したA<sub>0</sub>層の深さとの関係を調べた。

### 4. 強熱減量によるA<sub>0</sub>層の深さ判定

A<sub>0</sub>層の深さを判定する方法は、目視が最も簡単である。しかし、土壌が全層で黒い地点ではA<sub>0</sub>層とA層の境界を判定するのが難しくなり、人によって違う値が出てしまう。よって、全地点のA<sub>0</sub>層の深さを同じ条件で、具体的に求める1つの方法として、強熱減量(Ignition Loss, 以下ILとする)を測定しA<sub>0</sub>層の深さ判定を行った。IL(温度650℃で1時間強熱)は有機物の含有量(%)を表す。

#### 4・1 ILを測定した地点

矢作川森の健康診断で対象となった人工林の樹種は、スギ *Cryptomeria japonica*、ヒノキ *Chamaecyparis obtusa*、カラマツ *Larix leptolepis* の3種である。

2006~2008年の矢作川森の健康診断で調査されたスギ林20地点、ヒノキ林118地点、カラマツ林7地点、スギ・ヒノキ混交林25地点からスギ林15地点、ヒノキ林30地点を選んだ(図4)。また、1地点で3箇所を採取した(スギ林 n=45、ヒノキ林 n=90)。

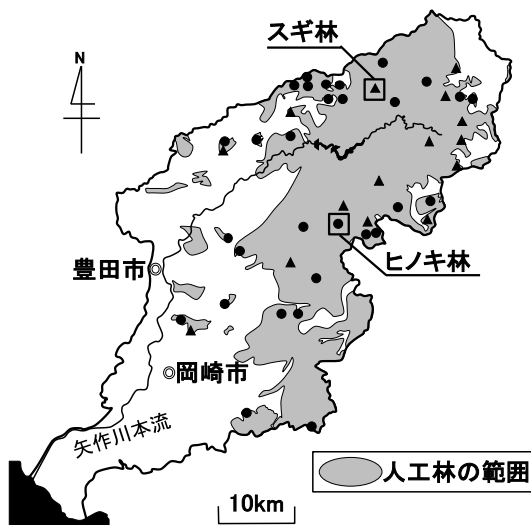


図 4 測定を行った地点(矢作川流域)

#### 4・2 土壌の採取方法と IL の測定方法

アクリルパイプ(長さ : 33cm、直径 : 5.5cm)を用いて、地表から深さ 20cm までの土壌を採取し、1cm ごとの IL(強熱減量, 有機物量を表す)を測定した。

土壌の事典<sup>8)</sup>の分け方に従い、IL が 15%以上の土壌の深さを  $A_0$  層の深さとした。図 5～図 8 に IL による  $A_0$  層の深さ判定と目視による  $A_0$  層の深さ判定の例を示す。

深さに対する IL の減少は、IL が急激に減少しているタイプの例(タイプ 1, 図 5, 6)、緩やかに減少しているタイプの例(タイプ 2, 図 7, 8)に分けられる。いずれも、IL が測定範囲の 20cm までに 15%を切るタイプ(1A, 2A)と切らないタイプ(1B, 2B)がある。1B, 2B の IL 判定による  $A_0$  層の深さは 20cm 以上となる。

タイプ 1A とタイプ 2A はそれぞれ全体の約 4 割 (51/135)、約半数(62/135)であった。タイプ 1B とタイプ 2B はそれぞれ約 1 割(タイプ 1B : 10/135, タイプ 2B : 12/135)であった。

タイプ 1A とタイプ 2A について、IL による  $A_0$  層の深さ判定と目視による  $A_0$  層の深さ判定との関係を図 9, 10 に示す。タイプ 1A では、IL と目視による  $A_0$  層の深さ判定の間に有意な相関が見られた(図 9)。これに対しタイプ 2A では、IL と目視による  $A_0$  層の深さ判定の間に有意な相関は見られない(図 10)。

タイプ 1B とタイプ 2B について、IL と目視による  $A_0$  層の深さ判定の関係を図 11 に示す。この図の中の●はタイプ 1B、○はタイプ 2B である。

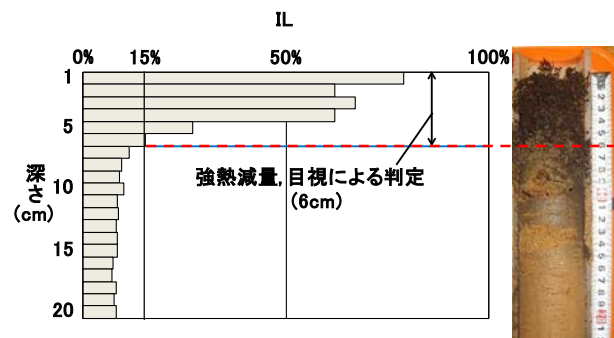


図 5 IL と目視による  $A_0$  層の深さの判定例 (タイプ 1A)

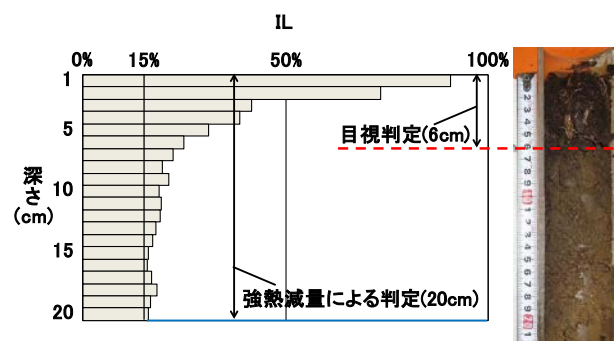


図 6 IL と目視による  $A_0$  層の深さの判定例 (タイプ 1B)

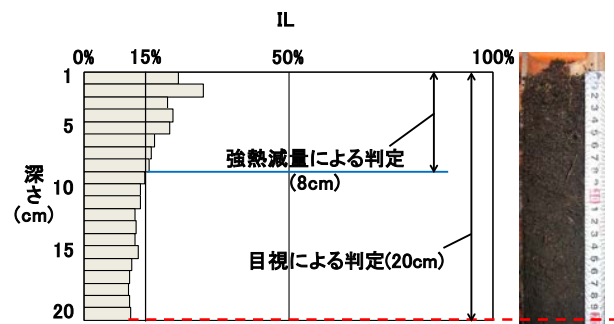


図 7 IL と目視による  $A_0$  層の深さの判定例 (タイプ 2A)

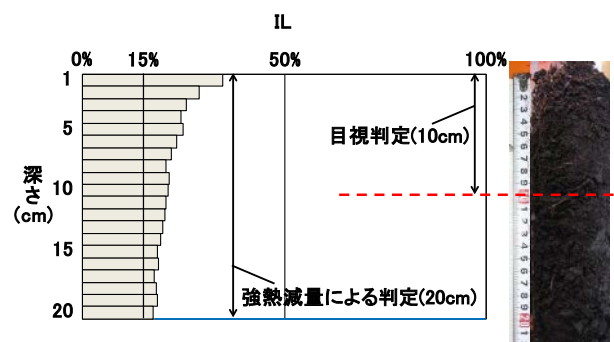
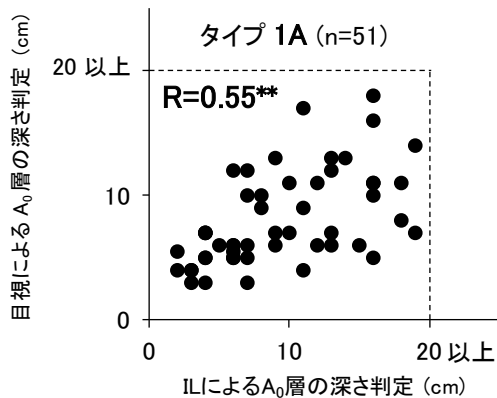


図 8 IL と目視による  $A_0$  層の深さの判定例 (タイプ 2B)



有意な相関あり,  $** p < 0.01$

図 9 ILと目視による  $A_0$  層の深さ判定の関係 (タイプ 1A)

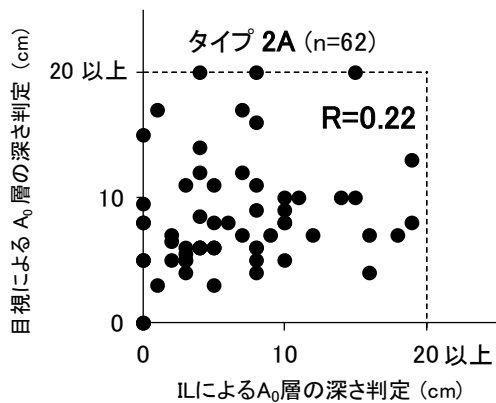


図 10 ILと目視による  $A_0$  層の深さ判定の関係 (タイプ 2A)

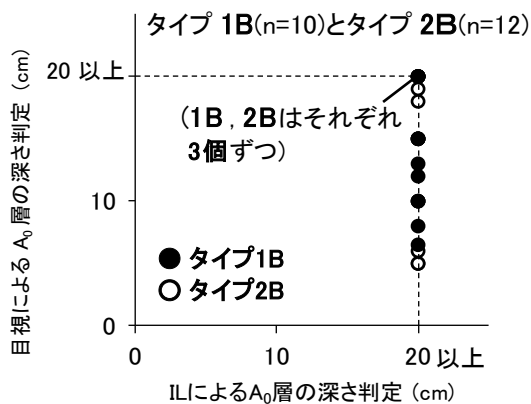


図 11 ILと目視による  $A_0$  層の深さ判定の関係 (タイプ 1B とタイプ 2B)

## 5. 結果

スギ林、ヒノキ林別で  $A_0$  層の深さ(cm)を縦軸、傾斜角( $^{\circ}$ ), 相対幹距(%), 林分形状比, 密度(本/ha)を横軸とした相関図を作成し、相関係数を求めた。傾斜角は、本研究で調査対象とした地点で計測した値を使用した。また、相対幹距(%), 林分形状比, 密度(本/ha)は 2006～2008 年の矢作川森の健康診断結果の値を使用した。

### 5.1 $A_0$ 層の深さと傾斜角

スギ林、ヒノキ林別で  $A_0$  層の深さと傾斜角の関係を求めた。いずれも全地点では傾斜角と  $A_0$  層の深さの間に有意な相関が得られなかった(図 12)。しかし、スギ林(全地点)において、傾斜角が  $38^{\circ}$  以上では傾斜が急になるほど  $A_0$  層が浅くなる傾向が見られた。ヒノキ林(全地点)において傾斜角が  $27^{\circ}$  未満では傾斜が急になるほど  $A_0$  層が深くなる傾向が見られた(図 13)。

スギ林において傾斜角が  $25^{\circ}$  以上で  $A_0$  層が深くなった 3 地点はいずれもササが生えていたが、ヒノキ林では、調査対象とした地点でササが生えている地点は確認できなかった。スギ林、ヒノキ林において傾斜角が  $10^{\circ}$  以下で  $A_0$  層が浅くなったスギ林、ヒノキ林それぞれ 1 地点、4 地点はいずれも尾根に位置していた。

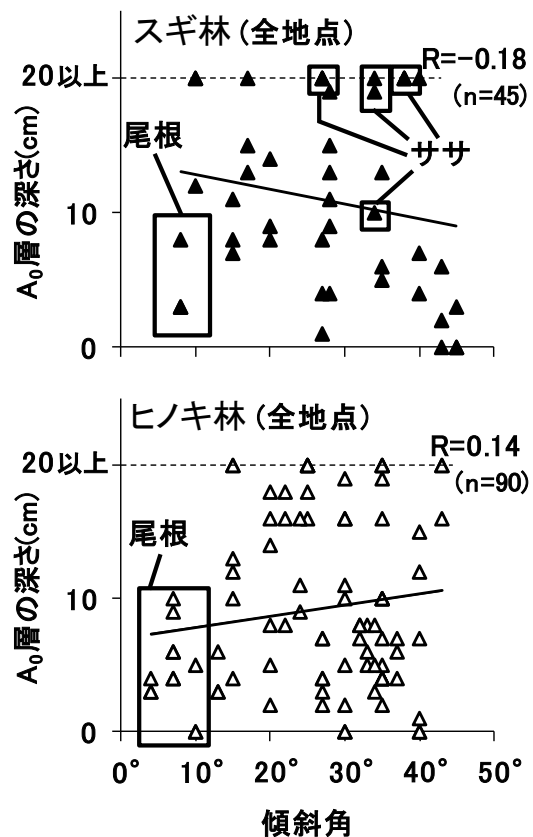
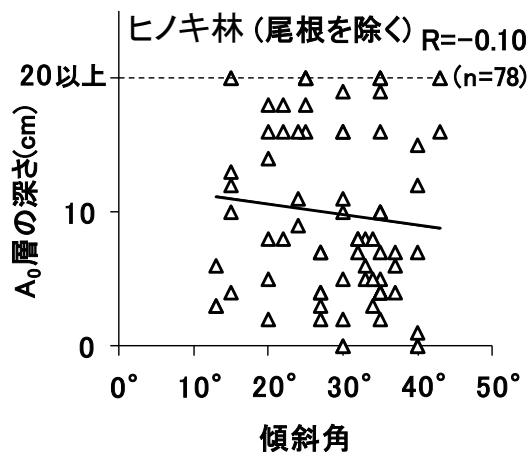
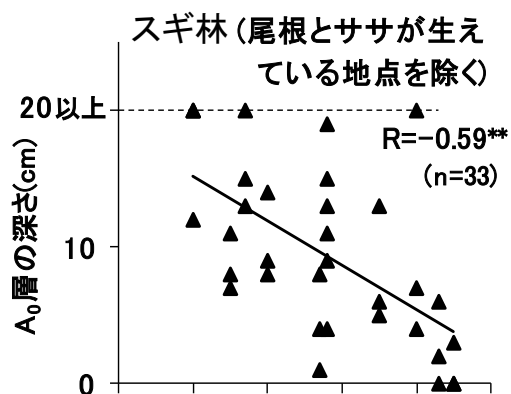
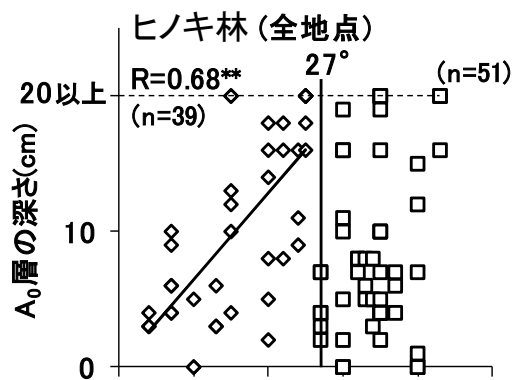
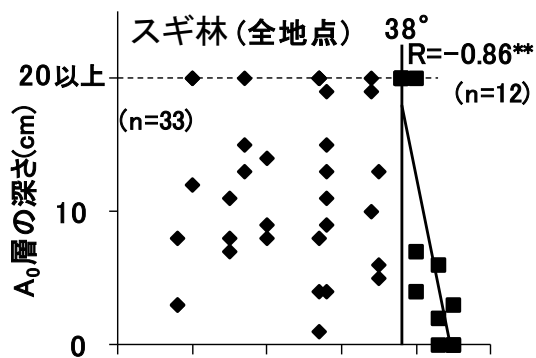


図 12  $A_0$  層の深さと傾斜角の関係



(有意な相関あり, \*\*  $p < 0.01$ )

図 13 A<sub>0</sub>層の深さと傾斜角の関係

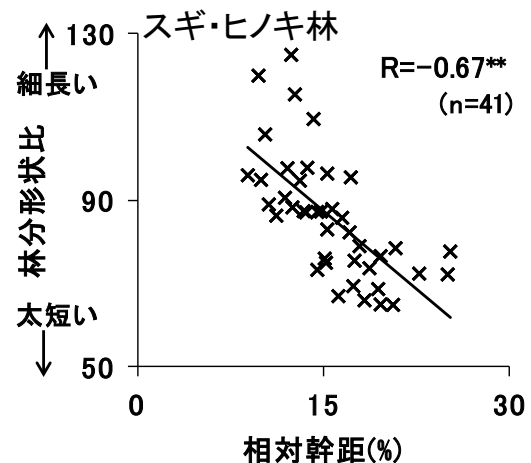
スギ林で、尾根とササが生えている地点を除くと、傾斜が急になるほど A<sub>0</sub>層が浅くなる傾向が見られた。ヒノキ林において尾根を除いたが、傾斜角と A<sub>0</sub>層の深さの間に有意な相関が得られなかった(図 13)。

ここでの結論は以下の 2 点である。

1. スギ林において、ササが生えている地点と尾根を除くと、傾斜角が A<sub>0</sub>層の深さに影響していた。
2. スギ林において、ササが生えている地点では、傾斜が急な地点においても A<sub>0</sub>層が深くなる可能性がある。

## 5・2 相対幹距と林分形状比、密度(スギ・ヒノキ林)

横軸に相対幹距(%), 縦軸に林分形状比, 密度(本/ha)をとったそれぞれの相関図を作成し、相関係数を求めた。相対幹距と林分形状比では、相対幹距が適正になるほど林分形状比が太短くなる傾向が見られた(図 14)。相対幹距と密度の間に有意な相関は見られなかった(図 15)。



(有意な相関あり, \*\*  $p < 0.01$ )

図 14 相対幹距と林分形状比の関係

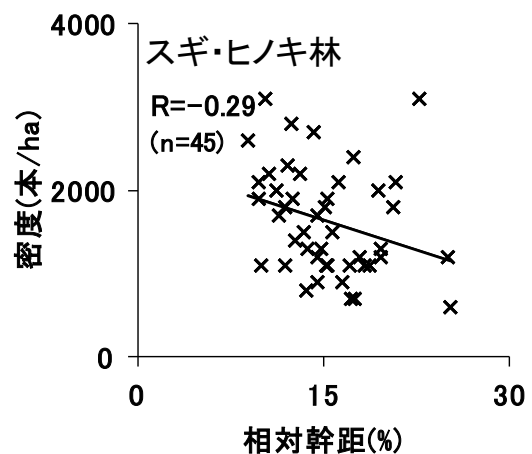


図 15 相対幹距と密度の関係

### 5.3 A<sub>0</sub>層の深さと相対幹距, 林分形状比, 密度

スギ林で尾根とササが生えている地点、ヒノキ林で尾根を除き、A<sub>0</sub>層の深さと相対幹距, 林分形状比, 密度の関係を求めた。

スギ林、ヒノキ林いずれも、相対幹距が大きくなる(適正になる)ほどA<sub>0</sub>層が深くなる傾向が見られた(図16)。また、スギ林で林分形状比が大きくなる(細長くなる)ほどA<sub>0</sub>層が浅くなる傾向が見られた(図17)。

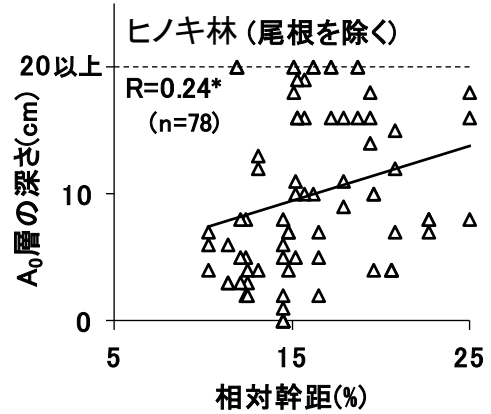
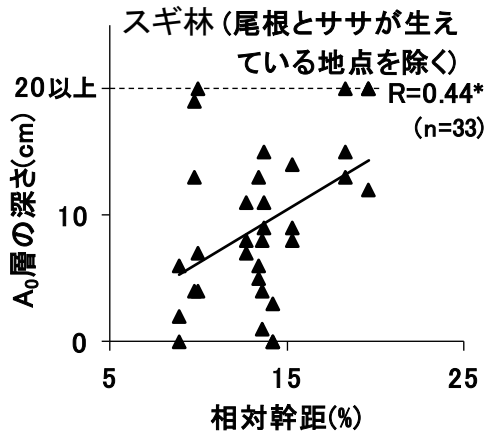


図16 A<sub>0</sub>層の深さと相対幹距の関係 (有意な相関あり, \* p<0.05)

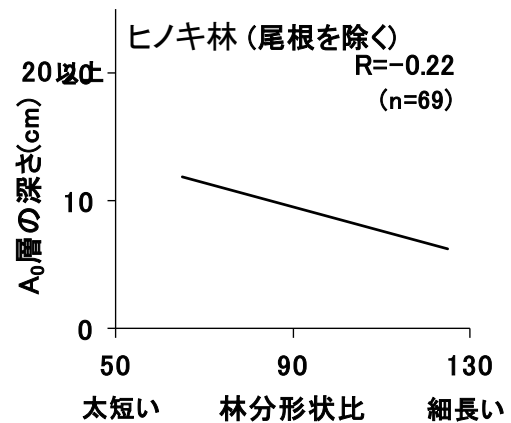
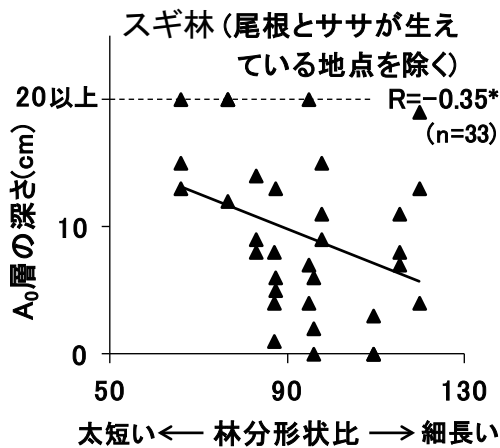


図17 A<sub>0</sub>層の深さと林分形状比の関係 (有意な相関あり, \* p<0.05)

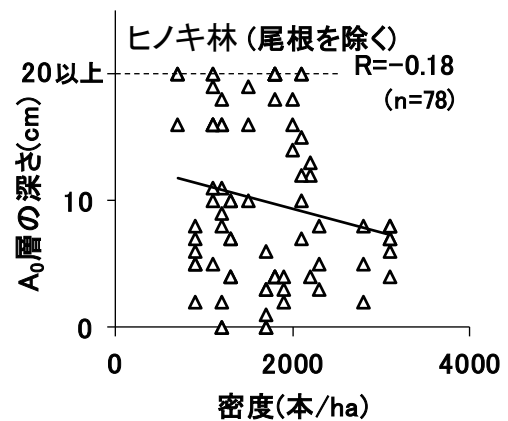
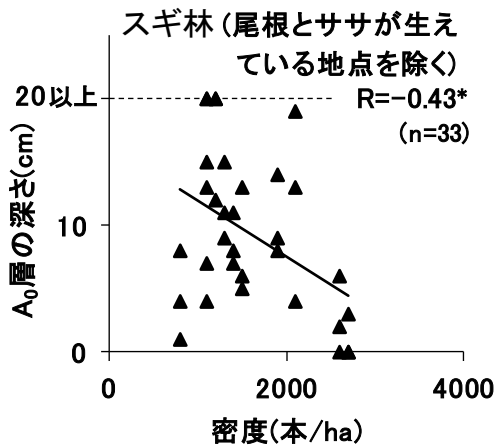


図18 A<sub>0</sub>層の深さと密度の関係 (有意な相関あり, \* p<0.05)

密度に関しては、スギ林で値が大きくなる(密度が高くなる)ほど  $A_0$  層が浅くなる傾向が見られた(図 18)。

ここでの結論は以下の 1 点である。

1. 相対幹距と  $A_0$  層の深さの間に高い相関が見られた。

#### 5・4 林分形状比毎の $A_0$ 層の平均深さ

図 17 に示した、 $A_0$  層の深さと林分形状比の関係で、 $A_0$  層の深さに差が見られたヒノキ林において、林分形状比を 98 未満、98 以上に分け、 $A_0$  層の平均深さを求めた。林分形状比 98 以上(樹木が細長い地点)において、 $A_0$  層の

平均深さが浅くなった(図 19)。

#### 5・5 密度毎の $A_0$ 層の平均深さ

図 18 に示した、 $A_0$  層の深さと密度の関係で、 $A_0$  層の深さに差が見られたスギ林、ヒノキ林それぞれ密度 2600 本/ha 境界(2600 本未満、2600 本以上)、2300 本/ha 境界(2300 本未満、2300 本以上)の  $A_0$  層の平均深さを求めた。

スギ林、ヒノキ林それぞれ 2600 本/ha 以上、2300 本/ha 以上で浅くなった(図 20)。

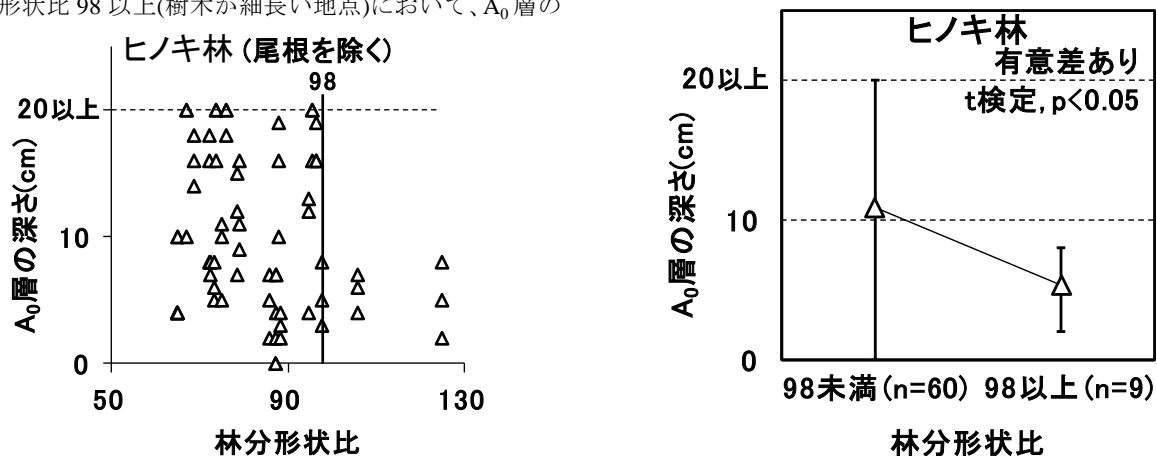


図 19 林分形状比毎の  $A_0$  層の平均深さ

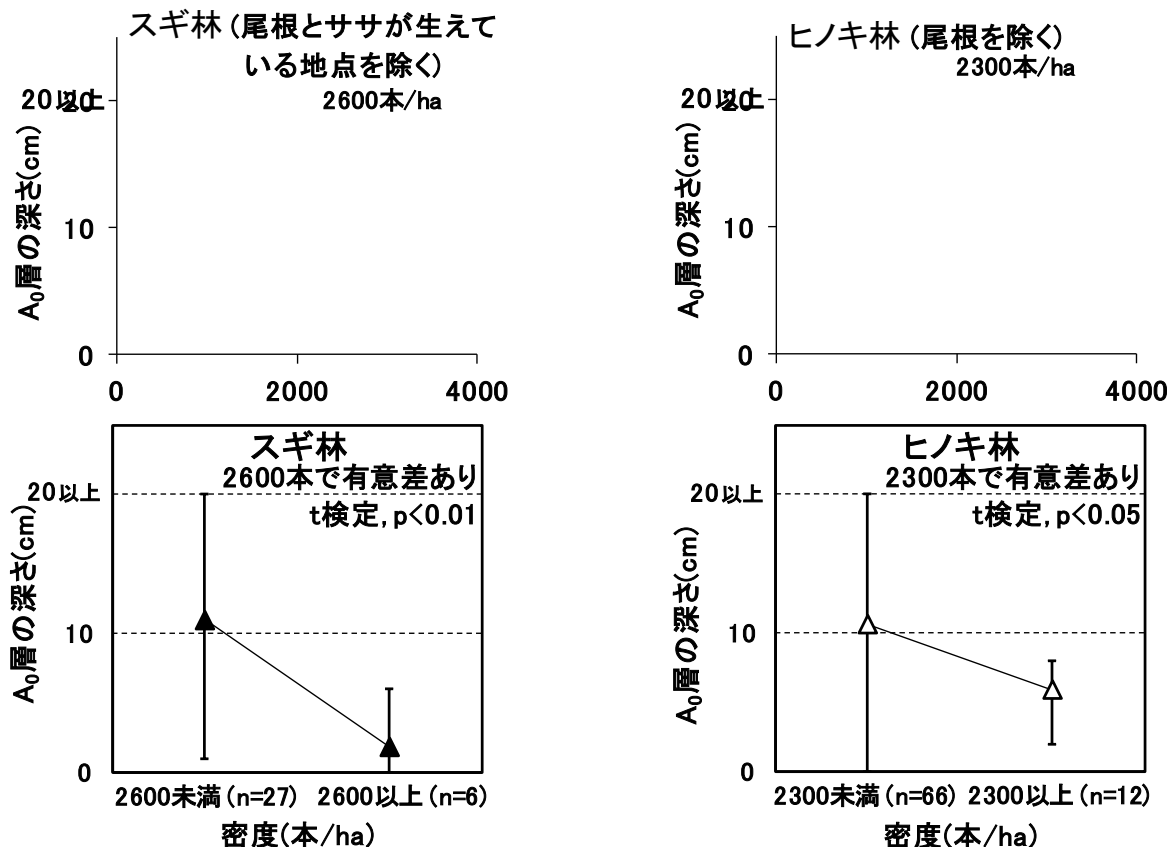


図 20 密度毎の  $A_0$  層の平均深さ

## 6. 結論

本研究では  $A_0$  層の深さを強熱減量により判定し、傾斜角、相対幹距、林分形状比、密度との相関を求め、 $A_0$  層の深さに影響する要因を明らかにした。本研究で得られた結論を下記に示す。

1. スギ林で、ササが生えている地点と尾根を除くと、傾斜角が  $A_0$  層の深さに影響していた。
2. スギ林において、ササが生えている地点では、傾斜が急な地点においても  $A_0$  層が深くなる傾向が見られた。
3. スギ林でササが生えている地点と尾根、ヒノキ林で尾根を除くと、いずれも相対幹距が  $A_0$  層の深さに影響していた。
4. スギ林、ヒノキ林いずれにおいても、ある程度密度が高くなると  $A_0$  層が浅くなる傾向が見られた。
5. ヒノキ林において、ある程度樹木が細長くなると  $A_0$  層が浅くなる傾向が見られた。

## 参考文献

- 1) 蔵治光一郎・保屋野初子：手入れ不足人工林のスギ・ヒノキ林. 蔵治光一郎 (編), 「緑のダム」, pp. vii-ix, 築地書館株式会社, 2004.
- 2) 恩田裕一：日本の人工林の現状. 「人工林荒廃と水・土砂流出の実態」, p. 2, 岩波書店, 2008.
- 3) 久馬一剛・佐久間敏雄・庄子貞雄・鈴木皓・服部勉・三土正則・和田光史：土壌有機物の機能. 米林甲陽 (編), 「土壌の事典」, pp. 349, 朝倉書店, 1993.
- 4) 洲崎燈子・蔵治光一郎・丹羽健司：矢作川流域の人工林の健康状態の現状, 矢作川研究, 12, pp. 103-110, 2008.
- 5) 清野嘉之：ヒノキ人工林の  $A_0$  層被覆率に影響を及ぼす要因の解析, 日本林学会誌, 70 (2), pp. 71-74, 1988.
- 6) 矢作川森の健康診断実行委員会・矢作川水系森林ボランティア協議会・矢作川森の研究者グループ：矢作川森の健康診断結果, 2005-2012, <http://mori-gis.org/modules/waffle0/>.
- 7) 藤井佑樹・三井田和也・米村敬太：人工林間伐による流域保全, 平成 22 年度河川・環境研究室卒業論文集, pp. 2-1~2-10, 2010.
- 8) 久馬一剛・佐久間敏雄・庄子貞雄・鈴木皓・服部勉・三土正則・和田光史：O 層. 佐藤幸夫 (編), 「土壌の事典」, pp. 49-50, 朝倉書店, 1993.
- 9) 久馬一剛・佐久間敏雄・庄子貞雄・鈴木皓・服部勉・三土正則・和田光史：土壌層位. 佐藤幸夫 (編), 「土壌の事典」, p. 324, 朝倉書店, 1993.
- 10) 恩田裕一：森林流域における降雨流出に関する従来の研究. (a) 森林の水流出調節機能への理解. 「人工林荒廃と水・土砂流出の実態」, p. 60, 岩波書店, 2008.

(受理 平成 25 年 3 月 19 日)